

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Stage of art*

Penelitian ini menggunakan referensi dari beberapa jurnal yang ditujukan sebagai acuan untuk melakukan pengujian pada *vacuum evaporator* pada nira aren cair. Bagian *stage of art* akan dipaparkan bentuk tabel agar dapat memudahkan pembacaan dan menjelaskan tentang penelitian terdahulu. Adapun tabel *stage of art* dibuat sebagai berikut ini.

Tabel 2.1 *Stage of art*

No	Deskripsi Jurnal (Jurnal, Peneliti, Tahun)	Objek Penelitian	Hasil dan Pembahasan
1	Unjuk Kerja <i>Vacuum evaporator</i> Untuk Menghasilkan Gula Cair Aren (Syarif Abdullah, 2021)	Pengujian kerja unit <i>Vacuum evaporator</i> untuk dapat menghasilkan gula aren cair sesuai standar yang ditetapkan oleh rancangan standar gula cair Indonesia	Perbaikan dari segi waktu yang lebih cepat yaitu 9 jam 40 menit dengan tekanan <i>vacuum</i> 0,25 atm, kadar air 21%. Dengan gula cair yang dihasilkan bernilai lebih dari 30 index <i>Brix</i>

2	<p>Pembuatan Gula Cair dari Nira Aren (<i>Arenga pinnata</i>) pada Kondisi Vakum (Bambang Soeswanto, 2023)</p>	<p>Pengujian pembuatan gula cair pada kondisi vakum menggunakan <i>evaporator vacuum</i> untuk mendapatkan tekanan yang optimum, waktu evaporasi dan juga kualitas gula sesuai dengan SNI 8779:2019</p>	<p>Didapatkan kondisi optimum dari evaporasi nira aren dengan menggunakan 2 Liter aren, 300 sukrosa, dan aquadest pada tekanan 0,5 bar absolut dengan waktu 120 menit dengan kadar sukrosa sebesar 78 index <i>Brix</i>, kadar air 11,41%, kadar abu 0,02%, viskositas 6483 mPa.S dan warna L= 58,16, a = 2,09, b = 21,88. Yield yang dihasilkan sebesar 71,72%.</p>
3	<p><i>Investigation Effect of Liquid Arenga Sugar's Evaporation Temperature under Vacuum Pressure (Hilmi Maulana, 2024)</i></p>	<p>Investigasi terhadap gula aren cair untuk dapat melihat pengaruh gula aren cair pada temperature dalam keadaan tekanan <i>vacuum</i></p>	<p>Meningkatkan suhu dan tekanan vakum dapat mempercepat penguapan. Pada tekanan -0,8 bar dan suhu 80°C, pengolahan 10 kg gula aren cair diperkirakan memakan waktu 2</p>

			<p>jam 17 menit, mengurangi waktu pengolahan 80% dan meningkatkan penguapan air 200%. Hasil ini dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas gula aren cair dan mengurangi waktu pemrosesan hampir 80% sebelumnya.</p>
--	--	--	---

2.2 Aren (*Arenga pinnata*)

Arenga pinnata atau aren adalah salah satu tumbuhan palma yang dapat memproduksi buah, nira maupun pati atau tepung pada batang. Tanaman ini juga umumnya dikenal sebagai tanaman multiguna karena memiliki berbagai manfaat dan nilai ekonomis yang tinggi. Aren juga masuk kedalam salah satu spesies dalam famili *Aracaceae* (Lempang, 2012). *Arenga pinnata* memiliki berbagai bagian yang dapat dimanfaatkan, seperti akar yang digunakan sebagai obat tradisional, batang yang digunakan untuk berbagai peralatan dan tepung, ijuk yang digunakan untuk keperluan bangunan bagian atap, daun yang digunakan sebagai pembungkus dan merokok, serta hasil produksinya seperti buah dan nira yang dapat digunakan sebagai bahan makanan dan minuman. Pada pelepah arennya sendiri mengandung banyak senyawan seperti selulosa, holoselulosa, serta lignin berturut turut sekitar 66,5%, 81,2 % dan 18,9% (Julham, Erwin, & Netti 2015). Getah tersebut juga mengandung kadar mineral yang signifikan dan menunjukkan aktivitas pengikatan ion logam, yang bermanfaat untuk kesehatan (Yunos, 2018).



Gambar 2.1 Pohon Aren

(Sumber : Humaira, 2024)

2.3 Nira Aren Cair

Nira aren merupakan salah satu jenis cairan yang berasal dari pohon aren dimana getah yang disadapkan dari bunga jantan pohon aren mengandung gula dengan konsentrasi yang cukup tinggi, terutama glukosa, fruktosa, dan sukrosa. Dimana nira ini merupakan hasil dari metabolisme dari pohon aren tersebut yang mengandung gula antara 10-15%. Pohon aren ini merupakan tanaman jenis palma yang dapat memproduksi nira sampai 3-5 bulan pertandan (Sjamsiwarni, Alim M., & all, 2021). Nira secara kasat mata merupakan sebuah cairan bening yang diperoleh daripada air tandan bunga yang dilakukan dengan cara penyadapan. Nira juga memiliki ciri khas yaitu rasanya manis dan juga harum.



Gambar 2.2 Nira Aren Cair

Pada nira aren segar mengandung berbagai nutrisi, termasuk 13,9-14,9% total gula, 0,4% kadar abu, 0,2% protein, dan 0,02% lemak. Tingkat pH nira sekitar 7, merupakan karakteristik nira yang baru diekstrak dari pohon aren. Selain itu, nira juga mengandung asam-asam organik seperti asam malat, asam askorbat, asam laktat, asam asetat, asam sitrat, asam piroglutamat, dan asam fumarat, yang berperan penting dalam pembentukan rasa khas gula merah. Didalam nira mengandung glukosa, dimana glukosa memainkan peran penting sebagai sumber energi yang cepat di dalam sel melalui proses katabolisme. Dalam tubuh manusia, glukosa bertanggung jawab untuk mengisi bahan bakar sel, mempertahankan tingkat energi, memastikan fungsi tubuh secara keseluruhan, dan menyediakan sumber energi utama untuk otak (Mody & Albert, 2012).

Pada keadaan segar umumnya nira memiliki cita rasa yang manis, nira juga mengandung beberapa zat gizi antara lain karbohidrat, protein, lemak dan juga mineral. Cita rasa manis yang ada pada nira disebabkan karena adanya kandungan karbohidrat sebesar 11,28%, bahkan nira yang baru menetes dari tandan bunganya memiliki nilai pH sekitar 7 (netral), namun keadaan sekitar sangat mempengaruhi nira aren yang mengakibatkan akan mudah terkontaminasi dan mengalami fermentasi sehingga cita rasa manis tersebut perlahan berkurang dan menjadi lebih asam atau mengalami penurunan nilai pH (Lempang, 2012).

2.4 Vacuum Evaporator

Vacuum evaporator merupakan alat yang menggunakan pemanasan langsung pada bahan yang dapat memungkinkan mengatur temperatur yang dapat disesuaikan. Penggunaan *vacuum* akan berdampak pada kondisi temperatur dalam ruangan *vacuum* menjadi rendah yaitu menjadi dibawah 1 atm, sehingga tujuan untuk membuat kandungan gizi ataupun fisik pada nira tidak rusak dapat tercapai (Adi, Indah & Ester, 2019). Dengan adanya tekanan *vacuum* pada *evaporator* maka diharapkan kondisi *vacuum* ini dapat menurunkan titik didih larutan yaitu nira. Faktor yang mempengaruhi proses evaporasi pada *Vacuum evaporator* merupakan laju evaporasi dan juga tekanan

vacuum pada panci. Dimana tekanan *vacuum* disebabkan oleh operasi pompa *vacuum* yang berada pada bagian *evaporator*. Menggarisbawahi pentingnya integrasi sensor resolusi tinggi dalam teknologi evaporasi vakum untuk meningkatkan kontrol proses dan efisiensi (Fazekas et al, 2019).

Penggunaan *evaporator* vakum dalam produksi gula cair dapat mengurangi konsumsi energi secara signifikan. Hal ini karena *evaporator* vakum yang digunakan dapat menghasilkan tekanan vakum, sehingga menurunkan titik didih selama proses penguapan. Hasilnya, produksi gula cair dapat dilakukan secara efisien dengan menggunakan *evaporator* vakum pada suhu 70 - 80°C, sehingga menghasilkan gula cair dengan nilai *Brix* yang dingin dan menghasilkan gula yang baik. Untuk dapat mengukur tekanan *vacuum* pada panci dapat dilakukan dengan menggunakan *pressure gauge* yang dipasang pada panci agar dapat terbaca (Siswanto & Nurul, 2017).



Gambar 2.3 *Vacuum evaporator*

Tekanan *vacuum* merupakan sebuah kondisi dimana tekanan udara pada suatu ruangan lebih rendah dibandingkan udara normal disekitarnya. Pada kondisi ini udara yang berada di dalam ruangan telah dikurangi atau dihilangkan, dimana akan menyebabkan tekanan udara yang lebih rendah. Dalam konteks evaporasi selama pengolahan semakin tinggi temperatur dan tekanan *vacuum*nya makin rendah memiliki kecenderungan pada laju evaporasi cairan semakin cepat (Jamaluddin, 2011).

2.5 Evaporasi

Evaporasi adalah proses perubahan wujud dari air menjadi gas. Dalam proses ini, air yang awalnya berbentuk cair menguap menjadi uap air yang naik ke atmosfer. Evaporasi terjadi karena adanya pemanasan dari sumber panas seperti sinar matahari maupun pemanas jenis lain yang menghasilkan energi yang diperlukan untuk mengubah wujud air dari cair menjadi gas. Evaporasi merupakan salah satu cara untuk dapat menurunkan kadar air pada nira maupun pada bahan pangan lain yang berbentuk cairan, dimana hasil dari evaporasi umumnya berupa padatan maupun larutan yang lebih berkonsentrasi (Adi , Indah & Ester, 2019). Laju evaporasi sendiri merupakan ukuran kuantitas cairan yang berhasil diuapkan atau dievaporasi menjadi uap dalam persatuan waktu tertentu. Besar kecilnya laju evaporasi dipengaruhi juga oleh temperatur larutan dan banyaknya larutan.

Semakin besar temperatur dan waktu yang dibutuhkan untuk evaporasi maka akan berdampak pada kadar air yang didapat semakin rendah. Kandungan air pada bahan makanan atau cairan berpengaruh pada kesegaran, dan daya tahan bahan makanan maupun cairan ini. Karena air memiliki komponen yang penting dalam makanan atau cairan, yang dapat mempengaruhi bentuk fisik, tekstur, maupun rasanya. Setiap makanan maupun cairan memiliki kadar air yang berbeda (Yunita F. Assah, 2018). Pengolahan termal gula tebu non-sentrifugal memberikan wawasan tentang bagaimana menjaga sifat anti-peradangan gula selama proses penguapan. Kadar air produk makanan adalah parameter penting yang secara signifikan memengaruhi tekstur, umur simpan, penerimaan konsumen, dan aspek lainnya (Rueda-Gensini, 2022). Kadar air yang lebih tinggi pada bahan makanan meningkatkan risiko pembusukan akibat perkembangbiakan mikroorganisme seperti bakteri, jamur, atau terjadinya reaksi kimia seperti oksidasi, yang dapat menyebabkan degradasi dan potensi kontaminasi (Shinta Rosalia Dewi & dkk, 2014). Semakin tinggi kadar air nira semakin encer maupun sebaliknya, dan juga tingkat kemanisannya yang kecil karena memiliki nilai *Brix* yang kecil.

2.6 Brix

Brix merupakan suatu satuan jumlah zat padan semu yang larut pada setiap 100 gram lauran atau cairan, yang dinyatakan jumlah padatan kotor bukan gula dan padatan gula. Maka nilai *Brix* pada nira atau cairan dapat dianggap sebagai nilai kadar gula pada nira atau yang menunjukkan tingkat kemanisan nira. Semakin tinggi nilai *Brix*nya maka semakin besar konsentrasi gulanya (Shinta Rosalia Dewi & dkk, 2014).

Umumnya ketika pengolahan nira cair ini ketika konsentrasi gula semakin tinggi dan kadar air yang semakin sedikit biasanya ditandai dengan perubahan warna, dimana yang awalnya nira berwarna bening, kemudian setelah di proses berubah menjadi warna yang lebih gelap.



Gambar 2.4 *Refractometer*

Nilai *Brix* pada nira dapat diketahui dengan menggunakan alat bernama *Refractometer*, dimana alat ini merupakan alat untuk mengukur kadar atau konsentrasi suatu cairan berdasarkan nilai indeks bias cahaya. Prinsip kerja dari *Refractometer* yaitu sesuai dengan namanya yaitu memanfaatkan refraksi cahaya atau pembelokan cahaya. Dimana *Refractometer* ini memanfaatkan bias cahaya, dimana indeks bias adalah salah satu dari beberapa sifat optis yang penting dari perantara bahan, dan salah satu yang memanfaatkan itu adalah *Refractometer* (Ahmad & dkk, 2021). Alat ini bekerja dengan cara mengukur indeks bias cahaya yang dipengaruhi oleh konsentrasi gula dalam larutan. Dengan demikian, nilai *Brix* yang diperoleh dapat digunakan untuk mengetahui kualitas gula dan mengawasi proses pengolahan gula. *Brix* digunakan untuk mengukur konsentrasi gula dalam nira tebu, yang biasanya dinyatakan dalam

persen. Nilai *Brix* yang lebih tinggi menunjukkan konsentrasi gula yang lebih tinggi dalam larutan. Satuan *Brix* yang digunakan adalah derajat *Brix*. 1 % nilai *Brix* setara sama dengan dengan 1 gram gula sukrosa didalam 100 gram air (MUHAMMAD ICHWAN, 2018).

2.7 Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler adalah suatu rangkaian elektronik yang dapat berfungsi sebagai pengatur yang mengendalikan jalannya proses kerja dari rangkaian elektronik. Mikrokontroler juga sebuah chip berbentuk IC (*Integrated Circuit*) yang dapat menerima sinyal masukan, mengolahnya, dan memberikan sinyal keluaran sesuai dengan program yang dimuat didalamnya. Mikrokontroler dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu, seperti menerima sinyal masukan, memprosesnya, dan kemudian memberikan sinyal keluaran sesuai dengan program yang dimuat ke dalam mikrokontroler (Ahmad Irvandi Yusuf, 2020).

ESP32 adalah modul mikrokontroler yang sangat serbaguna dan canggih. Modul ini dapat terhubung ke WiFi dan *Bluetooth*, termasuk *Bluetooth Low Energy* (BLE) sehingga dapat berkomunikasi dengan perangkat lain tanpa kabel. Dengan prosesor *dual-core* yang cepat, ESP32 dapat melakukan tugas dengan sangat efisien. Modul ini juga memiliki banyak fitur seperti ADC, DAC, SPI, I2C, UART dan sensor sentuh sehingga cocok untuk berbagai proyek *Internet of Things* (IoT). Dengan memori yang cukup dan banyak pin GPIO, ESP32 memungkinkan Anda membuat proyek yang inovatif dan kompleks dengan mudah. Singkatnya, ESP32 adalah pilihan tepat untuk menciptakan solusi Kontrol ESP32 yang canggih dan efisien (Muliadi, 2020).

Tabel 2.2 Spesifikasi ESP32

No	Atribut	Detail
1	Tegangan	3.3 Volt
2	Prosesor	Tensilica L108 32 bit
3	Kecepatan Prosesor	Dual 160MHZ
4	RAM	520K
5	GPIO	34

6	ADC	7
7	Dukungan 802.11	11b/g/n/e/i
8	Bluetooth	BLE (Bluetooth Low Energy)
9	SPI	3
10	I2C	2
11	UART	3